

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-020691

(43)Date of publication of application : 21.01.2000

(51)Int.Cl. G06T 1/00
H04N 1/40

(21)Application number : 10-186584

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 01.07.1998

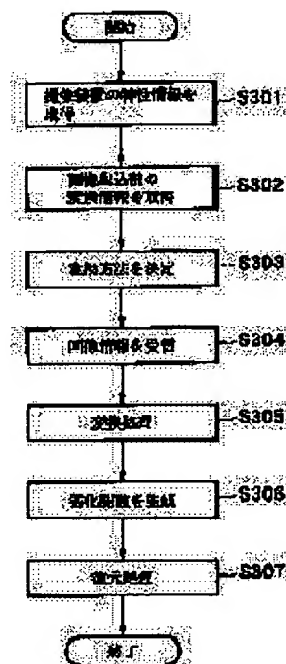
(72)Inventor : MORINO TAKASHI

(54) IMAGE PROCESSING DEVICE AND METHOD, IMAGE -PICKUP DEVICE, CONTROL METHOD, AND STORAGE MEDIUM THEREFOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a high definition restored image from a degraded image.

SOLUTION: Characteristics information is acquired from an image-pickup device such as a digital camera (S301), conversion information to indicate the contents of a conversion processing (γ -correction, color conversion, etc.), in an image capture part is acquired (S302), conversion method of an inputted image is determined, based on the pieces of information (S303) and the image is converted according to the conversion method. The conversion method to be determined is equivalent to an inverse conversion processing of the conversion processing in the image capture part and is to reconvert the inputted image, which has been converted into a nonlinear image in the image capture part, into a linear (exposure time is proportional to a pixel value) image. Next, a degradation function is generated based on the characteristics information, etc., of the image-pickup device (S306), and the restored image is generated from the image to be reconverted based on the degradation function (S307).



Best Available Copy

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開 2000-20691

(P 2000-20691A)

(43)公開日 平成12年1月21日(2000.1.21)

(51)Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト(参考)
G 0 6 T	1/00	G 0 6 F 15/64	4 0 0 E 5B047
H 0 4 N	1/40	H 0 4 N 1/40	1 0 1 Z 5C077

審査請求 未請求 請求項の数 3 3

O L

(全 1 2 頁)

(21)出願番号 特願平10-186584

(22)出願日 平成10年7月1日(1998.7.1)

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 森野 崇志

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノ
ン株式会社内

(74)代理人 100076428

弁理士 大塚 康德 (外2名)

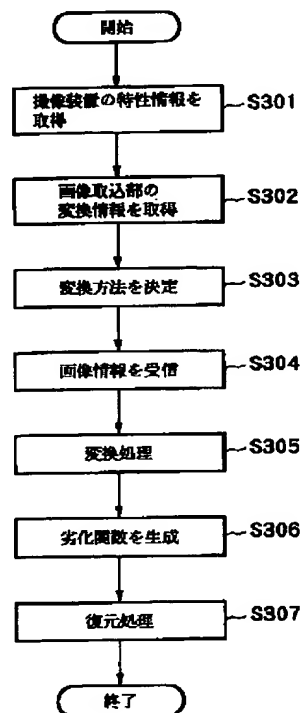
F ターム(参考) 5B047 AA30 AB04

(54)【発明の名称】画像処理装置及びその方法、撮像装置及びその制御方法並びにメモリ媒体

(57)【要約】

【課題】劣化画像から高品位の復元画像を得る。

【解決手段】デジタルカメラ等の撮像装置から特性情報を取得し(S301)、画像取込部における変換処理(γ補正、色変換等)の内容を示す変換情報を取得し(S302)、これらに基づいて入力画像の変換方法を決定し(S303)、その変換方法に従って変換する。決定される変換方法は、画像取込部における変換処理の逆変換処理に相当し、画像取込部で非線形の画像に変換された入力画像を線形(露光時間と画素値とが比例)の画像に再変換する変換方法である。次いで、撮像装置の特性情報等に基づいて劣化関数を生成し(S306)、この劣化関数に基づいて、再変換に係る画像より復元画像を生成する(S307)。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 劣化画像を復元する画像処理装置であって、

撮像装置によって記録媒体に記録された劣化画像を画像取込手段が取り込んで所定の変換処理を施した画像を入力する入力手段と、

前記画像取込手段による変換処理の内容を考慮して、入力画像を処理して復元対象画像を生成する処理手段と、前記復元対象画像を復元して劣化の少ない画像を生成する復元手段と、

を備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】 前記画像取込手段による変換処理の内容を示す変換情報を前記画像取込手段から取得する取得手段を更に備えることを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項3】 前記処理手段は、前記画像取込手段による変換処理の他、前記撮像装置による撮像の際の画像の劣化に関連する劣化関連情報を考慮して、入力画像を処理して復元対象画像を生成することを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項4】 前記画像取込手段による変換処理の内容を示す変換情報及び前記劣化関連情報を前記画像取込手段から取得する取得手段を更に備えることを特徴とする請求項3に記載の画像処理装置。

【請求項5】 前記復元手段は、前記撮像装置による撮像の際の画像の劣化に関連する劣化関連情報に基づいて前記復元対象画像を復元する方法を決定することを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれか1項に記載の画像処理装置。

【請求項6】 前記復元手段は、前記変換情報及び前記撮像装置による撮像の際の画像の劣化に関連する劣化関連情報に基づいて、前記復元画像を復元する方法を決定することを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれか1項に記載の画像処理装置。

【請求項7】 前記劣化関連情報は、前記撮像装置により劣化画像と併せて前記記録媒体に記録され、前記画像取込手段により読み取られることを特徴とする請求項3乃至請求項6のいずれか1項に記載の画像処理装置。

【請求項8】 前記劣化関連情報は、前記撮像装置の特性情報を含むことを特徴とする請求項3乃至請求項7のいずれか1項に記載の画像処理装置。

【請求項9】 前記劣化関連情報は、画像の劣化の要因となる事象の物理量を示す劣化パラメータを含むことを特徴とする請求項3乃至請求項7のいずれか1項に記載の画像処理装置。

【請求項10】 前記劣化関連情報は、撮像条件を特定する情報を含むことを特徴とする請求項3乃至請求項7のいずれか1項に記載の画像処理装置。

【請求項11】 前記処理手段は、露光量と画素値との関係が線形になるように、入力画像を処理する手段を含

むことを特徴とする請求項1乃至請求項10のいずれか1項に記載の画像処理装置。

【請求項12】 前記処理手段は、前記画像取込手段による変換処理の逆変換に相当する変換処理を実行する手段を含むことを特徴とする請求項1乃至請求項10のいずれか1項に記載の画像処理装置。

【請求項13】 前記画像取込手段は、互いに異なる変換処理を実行する複数の変換手段を有し、前記記録媒体から取り込んだ劣化画像に対して前記複数の変換手段のいずれかにより変換処理を施すことを特徴とする請求項1乃至請求項12のいずれか1項に記載の画像処理装置。

【請求項14】 前記画像取込手段が有する複数の変換手段のうち変換処理に供する変換手段を選択する選択手段を更に備えることを特徴とする請求項13に記載の画像処理装置。

【請求項15】 前記処理手段は、前記画像取込手段が有する複数の変換手段のうち変換処理に供する変換手段による変換処理の内容を考慮して、入力画像を処理することを特徴とする請求項14に記載の画像処理装置。

【請求項16】 前記復元手段により復元された画像に対して、前記画像取込手段による変換処理の内容を考慮した画像処理を施す画像処理手段を更に備えることを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項17】 前記復元手段により復元された画像に対して、前記画像取込手段による変換処理の内容及び前記撮像装置による撮像の際の画像の劣化に関連する劣化関連情報を考慮した画像処理を施す画像処理手段を更に備えることを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項18】 劣化画像を復元する画像処理装置であって、

撮像装置によって記録媒体に記録された劣化画像を取り込んで所定の変換処理を施す画像取込手段と、

前記画像取込手段による変換処理の内容を考慮して、前記画像取込手段により変換処理された画像を処理して復元対象画像を生成する処理手段と、

前記復元対象画像を復元して劣化の少ない画像を生成する復元手段と、を備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項19】 劣化画像を復元する画像処理装置であって、

撮像装置によって撮像された劣化画像を入力する入力手段と、

前記撮像装置による撮像の際の画像の劣化に関連する劣化関連情報を考慮して、劣化画像を復元して劣化の少ない画像を生成する復元手段と、

を備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項20】 前記劣化関連情報は、前記撮像装置により劣化画像と併せて記録媒体に記録され、前記入力手

段により入力されることを特徴とする請求項19に記載の画像処理装置。

【請求項21】 前記劣化関連情報は、前記撮像装置の特性情報を含むことを特徴とする請求項19又は請求項20に記載の画像処理装置。

【請求項22】 前記劣化関連情報は、画像の劣化の要因となる事象の物理量を示す劣化パラメータを含むことを特徴とする請求項19乃至請求項21のいずれか1項に記載の画像処理装置。

【請求項23】 前記劣化関連情報は、撮像条件を特定する情報を含むことを特徴とする請求項19乃至請求項22のいずれか1項に記載の画像処理装置。

【請求項24】 撮像した画像を記録媒体に記録する画像記録手段と、
撮像の際の画像の劣化に関連する劣化関連情報を前記記録媒体に記録する情報記録手段と、
を備えることを特徴とする撮像装置。

【請求項25】 前記劣化関連情報は、前記撮像装置の特性情報を含むことを特徴とする請求項24に記載の撮像装置。

【請求項26】 前記劣化関連情報は、画像の劣化の要因となる事象の物理量を示す劣化パラメータを含むことを特徴とする請求項24又は請求項25に記載の撮像装置。

【請求項27】 前記劣化関連情報は、撮像条件を特定する情報を含むことを特徴とする請求項24乃至請求項26のいずれか1項に記載の撮像装置。

【請求項28】 劣化画像を復元する画像処理方法であって、
撮像装置によって記録媒体に記録された劣化画像を画像
取込手段が取り込んで所定の変換処理を施した画像を入力する入力工程と、
前記画像取込手段による変換処理の内容を考慮して、入力画像を処理して復元対象画像を生成する処理工程と、
前記復元対象画像を復元して劣化の少ない画像を生成する復元工程と、
を含むことを特徴とする画像処理方法。

【請求項29】 劣化画像を復元する画像処理方法であって、
撮像装置によって撮像された劣化画像を入力する入力工程と、
前記撮像装置による撮像の際の画像の劣化に関連する劣化関連情報を考慮して、劣化画像を復元して劣化の少ない画像を生成する復元工程と、
を含むことを特徴とする画像処理方法。

【請求項30】 撮像装置の制御方法であって、
撮像した画像を記録媒体に記録する画像記録工程と、
撮像の際の画像の劣化に関連する劣化関連情報を前記記録媒体に記録する情報記録工程と、
を含むことを特徴とする撮像装置の制御方法。

【請求項31】 劣化画像を復元する画像処理プログラムを格納したメモリ媒体であって、該画像処理プログラムが、

撮像装置によって記録媒体に記録された劣化画像を画像取込手段が取り込んで所定の変換処理を施した画像を入力する入力工程と、

前記画像取込手段による変換処理の内容を考慮して、入力画像を処理して復元対象画像を生成する処理工程と、
前記復元対象画像を復元して劣化の少ない画像を生成する復元工程と、
を含むことを特徴とするメモリ媒体。

【請求項32】 劣化画像を復元する画像処理プログラムを格納したメモリ媒体であって、該画像処理プログラムが、

撮像装置によって撮像された劣化画像を入力する入力工程と、

前記撮像装置による撮像の際の画像の劣化に関連する劣化関連情報を考慮して、劣化画像を復元して劣化の少ない画像を生成する復元工程と、
を含むことを特徴とするメモリ媒体。

【請求項33】 撮像装置を制御するプログラムを格納したメモリ媒体であって、該プログラムが、

撮像した画像を記録媒体に記録する画像記録工程と、
撮像の際の画像の劣化に関連する劣化関連情報を前記記録媒体に記録する情報記録工程と、
を含むことを特徴とするメモリ媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、画像処理装置及びその方法、撮像装置及びその制御方法並びにメモリ媒体に係り、特に、劣化画像を復元する画像処理装置及びその方法、該画像処理装置との組合せに好適な撮像装置及びその制御方法、並びに、これらの方法の実行を制御するためのメモリ媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】劣化画像（例えば、ブレ画像、ボケ画像）を復元して、劣化の少ない画像（理想画像）を生成する手法として、例えば、ウィーナーフィルタ、一般逆フィルタ、射影フィルタ等を適用して手法がある。これらの手法を適用するためには、まず、劣化関数を決定する必要がある。この劣化関数を決定する方法としては、撮影条件等の物理的要因から解析的に求めたり、撮影装置に備えられた測定装置（例えば、加速度センサ）の出力に基づいて推定する方法が理想的である。

【0003】以下に、劣化関数について説明する。まず、 $f(x, y)$ を理想画像、 $g(x, y)$ を劣化画像、 $h(x, y, x', y')$ を劣化関数、 $v(x, y)$ を出力画像におけるランダム雑音とすると、(1)式の関係があるものと仮定する。

【0004】

【数1】

$$g(x, y) = \iint h(x, y, x', y') f(x', y') dx' dy' + v(x, y)$$

… (1)

【0005】平行移動を除いて、点が劣化した像が該点の位置に存在しない場合、点広がり関数 (PSF : Point Spread Function) は、 $h(x - x', y - y')$ で表現され、(1) 式は、(2) 式のように書き換えられる。

$$g(x, y) = \iint h(x - x', y - y') f(x', y') dx' dy' + v(x, y)$$

… (2)

【0007】雑音がない場合は、(2) 式の両辺をフーリエ変換し、畳み込み定理を適用すると、(3) 式が得られる。ここで、 $G(u, v)$ 、 $F(u, v)$ 、 $H(u, v)$ は、夫々 $g(x, y)$ 、 $f(x, y)$ 、 $h(x, y)$ のフーリエ変換である。

【0008】

【数3】

$$G(u, v) = H(u, v) F(u, v)$$

… (3)

【0009】 $H(u, v)$ は、理想画像 $f(x, y)$ を劣化画像 $g(x, y)$ に変換するシステムの伝達関数である。

【0010】以下に、一例として、カメラと風景(被写体)との間の相対的な運動による劣化(ブレ)における劣化モデルについて説明する。ここでは、この相対的な運動を除いて、カメラの撮像素子上における画像は時間的に不変であると仮定する。仮に、相対的な運動が平面

$$\begin{aligned} G(u, v) &= \int dx \int dy \exp[-j2\pi(ux + vy)] \int_{-T/2}^{T/2} dt f(x - \alpha(t), y - \beta(t)) \\ &= \int_{-T/2}^{T/2} dt \int dx \int dy f(x - \alpha(t), y - \beta(t)) \exp[-j2\pi(ux + vy)] \end{aligned}$$

… (5)

【0014】ここで、 $x - \alpha(t) = \xi$ 、 $y - \beta(t) = \eta$ とおくと、(5) 式は、(6) 式のようにになる。 ※

$$\begin{aligned} G(u, v) &= \int_{-T/2}^{T/2} dt \iint d\xi d\eta f(\xi, \eta) \times \exp[-j2\pi(u\xi + v\eta)] \exp[-j2\pi(\alpha(t)u + \beta(t)v)] \\ &= F(u, v) \int_{-T/2}^{T/2} \exp[-j2\pi(u\alpha(t) + v\beta(t))] dt = F(u, v) H(u, v) \end{aligned}$$

… (6)

【0016】(6) 式より、劣化は、(3) 式、又は、これと等価な(2) 式でモデル化されることが判る。この劣化の伝達関数 $H(u, v)$ は、(7) 式で与えられる。

【0017】

【数7】

$$H(u, v) = \int_{-T/2}^{T/2} \exp[-j2\pi(u\alpha(t) + v\beta(t))] dt$$

… (7)

【0018】この場合、 x 軸に対して角度 θ の方向に一定の速度 V で時間 T の間、ブレが発生した場合の点応答

*t Spread Function) は、 $h(x - x', y - y')$ で表現され、(1) 式は、(2) 式のように書き換えられる。

【0006】

【数2】

内における撮像素子の運動によるものと近似的に等しいならば、撮像素子上の一点における露光量の総計は、瞬時的な露光量を露光時間で積分することにより求められる。ここで、シャッタの開閉に要する時間は無視できるものと仮定する。 $\alpha(t)$ 、 $\beta(t)$ を夫々変位の x 、 y 成分であるとする、(4) 式が成り立つ。ここで、 T は露光時間であり、積分範囲を便宜的に $t = -T/2$ から $t = T/2$ までとしている。

【0011】

【数4】

$$g(x, y) = \int_{-T/2}^{T/2} f(x - \alpha(t), y - \beta(t)) dt$$

… (4)

【0012】(4) 式の両辺をフーリエ変換すると、(5) 式が得られる。

【0013】

【数5】

※【0015】

【数6】

関数は、(8) 式で与えられる。

【0019】

【数8】

$$H(u, v) = \frac{\sin \pi \omega T}{\pi \omega}$$

… (8)

【0020】ここで、 ω は、(9) 式で与えられる。

【0021】

【数9】

$$\omega = (u - u_0)V \cos \theta + (v - v_0)V \sin \theta$$

… (9)

【0022】また、 u_0, v_0 は、画像の中心座標である。なお、 ω が微小な時は、 $H(u, v) = T$ と近似される。

【0023】同様に、ボケによる劣化の劣化モデルについても関数によって表現することができる。例えば、ボケ現象が正規分布法則（ガウシアン）に沿うものとした場合、中心画素からの距離を r 、正規分布法則の任意のパラメータを σ^2 とすると、劣化関数 $h(r)$ は、(10)式で与えられる。

【0024】

【数10】

$$h(r) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{r^2}{\sigma^2}\right)$$

… (10)

【0025】次に、逆フィルタによる劣化画像の復元について説明する。まず、劣化画像 $g(x, y)$ と理想画像 $f(x, y)$ が(2)式に示すモデルに従うものと仮定する。この時、雑音がないものとする、 $g(x, y)$, $f(x, y)$, PSF及び $h(x, y)$ のフーリエ変換は、(3)式を満たす。ここで、(3)式は、(11)式のように変形される。

【0026】

【数11】

$$F(u, v) = G(u, v) / H(u, v)$$

… (11)

【0027】(11)式より、 $H(u, v)$ が既知であれば、劣化画像のフーリエ変換 $G(u, v)$ に $1/H(u, v)$ を乗じて、これを逆フーリエ変換することによって、理想画像 $f(x, y)$ を復元することができる。換言すると、フィルタの伝達関数は、 $1/H(u, v)$ である。

【0028】実際に、(3)式を適用する場合は、様々な問題がある。例えば、雑音を考慮した場合、(2)式は、(12)式のように書き換えられる。ここで、 $N(u, v)$ は、 $\nu(x, y)$ のフーリエ変換である。

【0029】

【数12】

$$G(u, v) = H(u, v)F(u, v) + N(u, v)$$

… (12)

【0030】(12)式で示されると、劣化画像のフーリエ変換に対してフィルタ $(1/H(u, v))$ を作用させると、(13)式に示すようになる。

【0031】

【数13】

$$\frac{G(u, v)}{H(u, v)} = F(u, v) + \frac{N(u, v)}{H(u, v)}$$

… (13)

【0032】

【発明が解決しようとする課題】ここで、デジタルカメラによって記録された劣化画像をTWA INドライバ等により制御される画像取込部によって情報処理装置に取り込み、その劣化画像を復元して理想画像を生成するシステムを考える。この場合、劣化画像の生成の過程をモデル化した劣化関数を決定し、ウィナーフィルタ等の一般にデコンボリューションと呼ばれる画像復元アルゴリズムによって、劣化画像を復元する手法が最も復元効果が高いと考えられている。

【0033】しかしながら、従来は、劣化関数の決定に必要な劣化パラメータ（例えば、ブレによる劣化であれば、ブレの方向やブレの速度等）や撮像条件（露光時間、露光量等）等を考慮していなかったために、劣化画像の復元効果が十分ではなかった。

【0034】また、一般に、デジタルカメラを含むシステムでは、TWA INドライバ等により制御される画像取込部によって画像を情報処理装置に取り込んで、画像出力装置（例えば、プリンタ、ディスプレイ等）に出力する。ここで、TWA INドライバ等により制御される画像処理には、ガンマ補正や色変換等の処理が含まれるのが一般的である。しかしながら、ガンマ補正や色変換等は、非線形のシステムに属し、前述の画像復元アルゴリズムにおける前提であるLTI（線形、時間的に不変）システムに反する。すなわち、ガンマ補正や色変換がなされた劣化画像を復元すると、復元画像に非常に大きな雑音を重畳することになる。

【0035】本発明は、上記の背景に鑑みてなされたものであり、劣化画像から高品位の復元画像を得ることを目的とする。

【0036】

【課題を解決するための手段】本発明の1つの側面に係る画像処理装置は、劣化画像を復元する画像処理装置であって、撮像装置によって記録媒体に記録された劣化画像を画像取込手段が取り込んで所定の変換処理を施した画像を入力する入力手段と、前記画像取込手段による変換処理の内容を考慮して、入力画像を処理して復元対象画像を生成する処理手段と、前記復元対象画像を復元して劣化の少ない画像を生成する復元手段とを備えることを特徴とする。

【0037】上記の画像処理装置において、例えば、前記画像取込手段による変換処理の内容を示す変換情報を前記画像取込手段から取得する取得手段を更に備えることが好ましい。

【0038】上記の画像処理装置において、前記処理手段は、例えば、前記画像取込手段による変換処理の他、前記撮像装置による撮像の際の画像の劣化に関連する劣化関連情報を考慮して、入力画像を処理して復元対象画像を生成することが好ましい。

【0039】上記の画像処理装置において、例えば、前

記画像取込手段による変換処理の内容を示す変換情報及び前記劣化関連情報を前記画像取込手段から取得する取得手段を更に備えることが好ましい。

【0040】上記の画像処理装置において、前記復元手段は、例えば、前記撮像装置による撮像の際の画像の劣化に関連する劣化関連情報に基づいて前記復元対象画像を復元する方法を決定することが好ましい。

【0041】上記の画像処理装置において、前記復元手段は、例えば、前記変換情報及び前記撮像装置による撮像の際の画像の劣化に関連する劣化関連情報に基づいて、前記復元画像を復元する方法を決定することが好ましい。

【0042】上記の画像処理装置において、前記劣化関連情報は、例えば、前記撮像装置により劣化画像と併せて前記記録媒体に記録され、前記画像取込手段により読み取られることが好ましい。

【0043】上記の画像処理装置において、前記劣化関連情報は、例えば、前記撮像装置の特性情報を含むことが好ましい。

【0044】上記の画像処理装置において、前記劣化関連情報は、例えば、画像の劣化の要因となる事象の物理量を示す劣化パラメータを含むことが好ましい。

【0045】上記の画像処理装置において、前記劣化関連情報は、例えば、撮像条件を特定する情報を含むことが好ましい。

【0046】上記の画像処理装置において、前記処理手段は、例えば、露光量と画素値との関係が線形になるように、入力画像を処理する手段を含むことが好ましい。

【0047】上記の画像処理装置において、前記処理手段は、例えば、前記画像取込手段による変換処理の逆変換に相当する変換処理を実行する手段を含むことが好ましい。

【0048】上記の画像処理装置において、前記画像取込手段は、例えば、互いに異なる変換処理を実行する複数の変換手段を有し、前記記録媒体から取り込んだ劣化画像に対して前記複数の変換手段のいずれかにより変換処理を施すことが好ましい。

【0049】上記の画像処理装置において、例えば、前記画像読込手段が有する複数の変換手段のうち変換処理に供する変換手段を選択する選択手段を更に備えることが好ましい。

【0050】上記の画像処理装置において、前記処理手段は、例えば、前記画像読込手段が有する複数の変換手段のうち変換処理に供する変換手段による変換処理の内容を考慮して、入力画像を処理することが好ましい。

【0051】上記の画像処理装置において、例えば、前記復元手段により復元された画像に対して、前記画像取込手段による変換処理の内容を考慮した画像処理を施す画像処理手段を更に備えることが好ましい。

【0052】上記の画像処理装置において、例えば、前

記復元手段により復元された画像に対して、前記画像取込手段による変換処理の内容及び前記撮像装置による撮像の際の画像の劣化に関連する劣化関連情報を考慮した画像処理を施す画像処理手段を更に備えることが好ましい。

【0053】本発明の第2の側面に係る画像処理装置は、劣化画像を復元する画像処理装置であって、撮像装置によって記録媒体に記録された劣化画像を取り込んで所定の変換処理を施す画像取込手段と、前記画像取込手段による変換処理の内容を考慮して、前記画像取込手段により変換処理された画像を処理して復元対象画像を生成する処理手段と、前記復元対象画像を復元して劣化の少ない画像を生成する復元手段とを備えることを特徴とする。

【0054】本発明の第3の側面に係る画像処理装置は、劣化画像を復元する画像処理装置であって、撮像装置によって撮像された劣化画像を入力する入力手段と、前記撮像装置による撮像の際の画像の劣化に関連する劣化関連情報を考慮して、劣化画像を復元して劣化の少ない画像を生成する復元手段とを備えることを特徴とする。

【0055】本発明の第4の側面に係る撮像装置は、撮像した画像を記録媒体に記録する画像記録手段と、撮像の際の画像の劣化に関連する劣化関連情報を前記記録媒体に記録する情報記録手段とを備えることを特徴とする。

【0056】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施の形態を説明する。

【0057】〔第1の実施の形態〕図1は、本発明の第1の実施の形態に係る画像処理システムの概略構成を示す図である。撮像装置100は、例えばデジタルカメラであり、撮像部110と記録媒体120とを備える。

【0058】撮像部110は、例えば、レンズ等の光学系、CCDセンサ等の撮像素子等で構成され、撮像した画像に係る画像情報を記録媒体120に記録する。記録媒体120は、例えば、ハードディスクやフラッシュメモリ等で構成される。

【0059】画像取込部210は、例えば、TWINドライバ等のドライバによって制御され、記録媒体120から画像情報を読み出して、その画像情報に係る画像に所定の画像処理を施して情報処理装置200に供給する。

【0060】一般には、画像取込部210における画像処理には、例えば、撮像装置100が単板のデジタルカメラであるとする、色補間や光学的な補正等の処理も含まれる。しかしながら、ここでは、説明を簡略化するために、画像取込部210における画像処理として、ガンマ補正や色変換等の階調変換に関してのみ説明する。

【0061】情報処理装置200は、例えば、キーボー

ドやマウス等で構成される入力部220を介してユーザから与えられる指示に従って、画像取込部210から供給される画像情報に係る画像(劣化画像)を復元して、劣化の少ない画像を生成する。復元画像は、例えば、記録部230に保存されたり、出力部240に出力されたりする。出力部240としては、例えば、ディスプレイやプリンタが好適である。

【0062】図2は、画像取込部210の動作の流れを示すフローチャートである。なお、このフローチャートに示す処理は、例えば、不図示のメモリ媒体に格納されたプログラムに基づいて、不図示のCPUにより実行される。まず、ステップS201では、画像取込部210は、記録媒体120から画像情報を読み出す。この画像情報は、撮像の際に劣化した劣化画像の画像情報である。ステップS202では、画像取込部210は、画像情報に対して変換処理を施す。この変換処理には、例えば、ガンマ補正や色変換等の処理が含まれる。ステップS203では、画像取込部210は、変換した画像情報を情報処理装置200に転送する。

【0063】図3は、情報処理装置200の動作の流れを示すフローチャートである。なお、このフローチャートに示す処理は、不図示のメモリ媒体に格納されたプログラムに基づいて不図示のCPUにより実行される。

【0064】まず、ステップS301では、情報処理装置200は、撮像装置100の特性を示す特性情報を取得する。この特性情報は、例えば、複数の機種種の撮像装置について予め情報処理装置200内のメモリに格納された特性情報の中から、例えば、入力部220を介して与えられる機種種の情報に基づいて、該当する撮像装置の特性情報を選択することにより取得することができる。

【0065】ステップS302では、情報処理装置200は、画像取込部210における変換処理の内容を示す変換情報を取得する。この変換情報は、例えば、画像取込部210と情報処理装置200とを接続するためのドライバを情報処理装置200にインストールする際に情報処理装置200内のメモリに格納される。

【0066】ステップS303では、情報処理装置200は、画像取込部210から供給される画像情報を変換する際の変換方法を決定する。具体的には、情報処理装置200は、ステップS302で取得した変換情報(必要に応じて、該変換情報の他、ステップS301で取得した特性情報)に基づいて変換方法を決定する。ここで決定される変換方法は、前述の画像の復元処理のアルゴリズムの前提条件である線形性を確保するために、露光量と画素値とが比例関係になるように画像情報を変換する方法である。

【0067】ここで、撮像装置の機種、画像取込部の機種、変換方法を対応させたテーブルを情報処理装置200に備えておき、撮像装置の機種及び画像取込部の機種を特定することにより、適切な変換方法を選択してもよ

い。なお、この変換方法は、ユーザによる指定に基づいて決定してもよい。

【0068】具体例として、画像取込部210側でガンマ補正を実行する場合における情報処理装置200側での変換処理の内容(変換方法)を説明する。撮像装置100の撮像部110から出力される画像(劣化画像)を $g(x, y)$ 、画像取込部210によるガンマ補正後の画像を $gg(x, y)$ とすると、画像 $gg(x, y)$ は、(13)式で表現される。

【0069】

【数14】

$$gg(x, y) = g(x, y)^{-1/\gamma} \quad \dots (14)$$

即ち、線形性を有する画像を得るためには、(14)式で示す処理の逆変換を実行すればよい。この逆変換により画像 $gg(x, y)$ より画像 $g(x, y)$ を再生することができる。

【0070】また、画像取込部210側で色補正を実行する場合においては、情報処理装置200側では、該色補正による変換の逆変換を実行することにより、線形性を有する画像を得ることができる。当然のことながら、画像取込部210側で γ 補正及び色補正の双方を実行する場合には、画像取込部200側では、該 γ 補正による変換の逆変換及び該色補正による変換の逆変換を実行すればよい。なお、色補間等の階調変換以外の処理に関しては、考慮しなくてもよい。

【0071】以上のように、ステップS303では、例えば、画像取込部210による変換処理の逆変換に相当する変換方法を決定する。

【0072】ステップS304では、情報処理装置200は、画像取込部210より画像情報を受信する。ステップS305では、ステップS303で決定した変換方法に従って、受信に係る画像情報を変換する。

【0073】ステップS306では、ステップS301で取得した撮像装置100の特性情報に基づいて、劣化関数 $H(u, v)$ を生成する。なお、劣化関数に関しては、従来の技術の欄において説明されている。

【0074】ステップS307では、ステップS305で変換された画像情報(画像 $g(x, y)$)より、ステップS306で生成した劣化関数 $H(u, v)$ に基づいて、劣化のない画像 $f(x, y)$ を再生する。具体的には、画像 $g(x, y)$ のフーリエ変換 $G(u, v)$ に $1/H(u, v)$ を乗じて画像 $f(x, y)$ のフーリエ変換 $F(u, v)$ を求め、 $F(u, v)$ をフーリエ逆変換することにより、劣化の少ない画像 $f(x, y)$ を復元することができる。

【0075】[第2の実施の形態]図4は、本発明の第2の実施の形態に係る画像処理システムの概略構成を示す図である。なお、第1の実施の形態に係る画像処理装置の構成要素と同一の構成要素には同一の符号を付し、

10

20

30

40

50

説明を省略する。

【0076】この実施の形態に係る画像取込部210は、複数の変換部として、第1変換部211と第2変換部212とを備え、記録媒体120から読み出した画像情報を変換する際に使用する変換部を切り換えることができる。この切り換えは、例えば、画像取込部210に備えられた操作部を介してユーザから与えられる指示に従って行ってもよいし、情報処理装置200からの指示に従って行ってもよい。

【0077】ここでは、第1変換部211は、非線形処理（例えば、 γ 補正や色補正）を含む変換処理を行い、第2変換部212は、線形処理による変換処理を行うものとする。

【0078】図5は、図4に示す画像取込部210の動作の流れを示すフローチャートである。なお、このフローチャートに示す処理は、例えば、不図示のメモリ媒体に格納されたプログラムに基づいて、不図示のCPUにより実行される。まず、ステップS501では、画像取込部210は、記録媒体120から画像情報を読み出す。

【0079】ステップS502では、画像取込部210は、例えば、該装置に備えられた不図示の操作部を介してユーザから与えられる指示又は情報処理装置200から与えられる指示に基づいて、変換モードを選択する。ステップS503では、選択された変換モードに従って処理を分岐し、変換モードが第1モードであればステップS504に進み、第2モードであればステップS505に進む。

【0080】ステップS504では、第1変換部211により、記録媒体120から読み出した画像情報を変換し、一方、ステップS505では、第2変換部212により該画像情報を変換する。

【0081】ステップS506では、変換された画像情報を情報処理装置200に転送する。

【0082】図6は、図4に示す情報処理装置200の動作の流れを示すフローチャートである。なお、このフローチャートに示す処理は、例えば、不図示のメモリ媒体に格納されたプログラムに基づいて、不図示のCPUにより実行される。

【0083】まず、ステップS601では、情報処理装置200は、撮像装置100の特性を示す特性情報を取得する。この特性情報は、例えば、複数の機種の撮像装置について予め情報処理装置200内のメモリに格納された複数の特性情報の中から、例えば、入力部220を介して与えられる機種の情報に基づいて、該当する撮像装置の特性情報を選択することにより取得することができる。

【0084】ステップS602では、情報処理装置200は、画像取込部210における変換処理（画像処理）の内容を示す変換情報を取得する。この変換情報は、例えば、画像取込部210と情報処理装置210とを接続

するためのドライバを情報処理装置200にインストールする際に情報処理装置200内のメモリに格納される。

【0085】ステップS603では、情報処理装置200は、画像取込部210より画像情報を受信する。

【0086】ステップS604では、画像取込部210による変換処理の変換モードが第1モードであるか、第2モードであるかを判断し、第1モードであればステップS605に進み、第2モードであればステップS607に進む。する。なお、この変換モード210を画像取込部210側で決定する場合には、その決定に係る変換モードを示す情報を画像取込部210から取得することが望ましい。ただし、入力部220を介して該情報をユーザから得てもよい。

【0087】ステップS605では、情報処理装置200は、画像取込部210から供給される画像情報を変換する際の変換方法を決定する。具体的には、情報処理装置200は、ステップS602で取得した変換情報（必要に応じて、該変換情報の他、ステップS601で取得した特性情報）に基づいて変換方法を決定する。ここで決定される変換方法は、前述の画像の復元処理のアルゴリズムの前提条件である線形性を確保するために、露光量と画素値とが比例関係になるように、画像情報を変換する方法である。具体例は、第1の実施の形態と同様である。

【0088】ステップS606では、ステップS605で決定した変換方法に従って、受信に係る画像情報を変換する。

【0089】ステップS607では、ステップS301で取得した撮像装置100の特性情報に基づいて、劣化関数 $H(u, v)$ を生成する。なお、劣化関数に関しては、従来の技術の欄において説明されている。

【0090】ステップS608では、変換モードが第1モードである場合には、第1モードステップS606で変換された画像情報（画像 $g(x, y)$ ）より、変換モードが第2モードである場合には、ステップS603で受信した画像情報（画像 $g(x, y)$ ）より、ステップS607で生成した劣化関数 $H(u, v)$ に基づいて、劣化の少ない画像 $f(x, y)$ を再生する。具体的には、第1の実施の形態と同様である。

【0091】以上のように、画像取込部210において画像情報を変換する際の変換モードを選択し、第1モードで変換処理（非線形を含む変換処理）を実行した場合には、情報処理装置200では、第1の実施の形態と同様の処理を実行し、第2モードで変換処理（線形の変換処理）を実行した場合には、情報処理装置200では、画像取込部210から受信した画像情報そのものを復元処理の対象とする。

【0092】[第3の実施の形態] 図7は、本発明の第3の実施の形態に係る画像処理システムの概略構成を示す

図である。なお、第1の実施の形態に係る画像処理装置の構成要素と同一の構成要素には同一の符号を付し、説明を省略する。

【0093】この実施の形態に係る撮像装置100は、例えば、画像の劣化の要因となる事象の物理量を示す劣化パラメータ（例えば、ブレの方向、ブレの速度等）、撮像条件（例えば、露光時間、露光量、被写体までの距離、レンズの焦点距離等）、撮像装置の特性情報（例えば、レンズの光学的特性、撮像装置の識別情報等）等の、画像の劣化に関連する情報（以下、劣化関連情報情報）を取得して記録媒体120に書き込む撮像情報記録部130を備える。ここで、劣化パラメータは、例えば、加速度センサ等により検出される。

【0094】画像取込部210は、この撮像情報を記録媒体120から読出して、例えば画像情報の付加情報として、情報処理装置200に転送する。また、画像取込部210は、画像情報を変換する際の処理を特定する変換情報を保持するメモリ213を備え、例えば画像情報の付加情報として、この変換情報を情報処理装置200に転送する。

【0095】すなわち、この実施の形態では、情報処理装置200は、画像取込部210より劣化関連情報及び変換情報を取得することができる。

【0096】図8は、図7に示す画像取込部210の動作を示すフローチャートである。なお、このフローチャートに示す処理は、例えば、不図示のメモリ媒体に格納されたプログラムに基づいて、不図示のCPUにより実行される。

【0097】まず、ステップS801では、画像取込部210は、記録媒体120から画像情報を読み出す。ステップS802では、画像取込部210は、画像情報に対して変換処理を施す。この変換処理には、例えば、ガンマ補正や色変換等の処理（非線形の変換処理）が含まれる。ここで、第2の実施の形態のように、画像取込部210による変換処理を選択可能にしてもよい。

【0098】ステップS803では、画像取込部210は、記録媒体120から劣化関連情報を読み出す。ステップS804では、画像取込部210は、メモリ213に保持された変換情報を読み出す。ここで、前述のように、画像取込部210による変換処理を選択可能にする場合は、選択された変換処理に対応する情報をメモリ213から読み出す。

【0099】ステップS805では、劣化関連情報及び変換情報を付加情報として画像情報に付加する。具体例を挙げると、一般に、画像取込部は、記録媒体から読み出した画像情報をTIFF形式やJPEG形式等の汎用フォーマットに変換して情報処理装置に転送する。このような汎用フォーマットには、画像情報以外の付加情報を記録することができるヘッダ部を有するものが多い。そこで、このヘッダ部に撮像情報や変換情報を記録する

ことができる。

【0100】ステップS806では、劣化関連情報及び変換情報を付加した画像情報を情報処理装置200に転送する。なお、劣化関連情報及び変換情報は、画像情報の付加情報としてではなく、別個に情報処理装置200に転送してもよい。

【0101】図9は、図7に示す情報処理装置200の動作の流れを示すフローチャートである。なお、このフローチャートに示す処理は、不図示のメモリ媒体に格納されたプログラムに基づいて不図示のCPUにより実行される。

【0102】まず、ステップS901では、情報処理装置200は、画像取込部210から付加情報付の画像情報を受信する。ステップS902では、情報処理装置200は、画像情報より劣化関連情報を抽出し、ステップS903では、情報処理装置200は、画像情報より変換情報を抽出する。

【0103】ステップS903では、情報処理装置200は、画像取込部210から供給される画像情報を変換する際の変換方法を決定する。具体的には、情報処理装置200は、ステップS903で取得した変換情報（必要に応じて、該変換情報の他、ステップS902で取得した撮像情報）に基づいて変換方法を決定する。ここで決定される変換方法は、前述の画像の復元処理のアルゴリズムの前提条件である線形性を確保するために、露光量と画素値とが比例関係になるように、画像情報を変換する方法である。具体例は、第1の実施の形態と同様である。

【0104】ステップS905では、ステップS904で決定した変換方法に従って、受信に係る画像情報を変換する。

【0105】ステップS906では、ステップS902で取得した撮像装置100の特性情報に基づいて、劣化関数 $H(u, v)$ を生成する。なお、劣化関数に関しては、従来の技術の欄において説明されている。

【0106】ステップS907では、ステップS905で変換された画像情報（画像 $g(x, y)$ ）より、ステップS906で生成した劣化関数 $H(u, v)$ に基づいて、劣化のない画像 $f(x, y)$ を再生する。具体的には、画像 $g(x, y)$ のフーリエ変換 $G(u, v)$ に $1/H(u, v)$ を乗じて画像 $f(x, y)$ のフーリエ変換 $F(u, v)$ を求め、 $F(u, v)$ をフーリエ逆変換することにより、劣化の少ない画像 $f(x, y)$ を復元することができる。

【0107】この実施の形態によれば、情報処理装置200は、画像取込部210を介して撮像装置100が生成した撮像情報を取得し、この撮像情報に基づいて劣化関数を生成するため、より理想画像に近い復元画像を得ることができる。また、情報処理装置200は、画像取込部210から変換情報を取得するため、画像取込部2

10

20

30

40

50

10の更新、変更等に柔軟に対応することができる。

【0108】[第4の実施の形態]この実施の形態は、第1乃至第3の実施の形態における情報処理装置200の処理を変更するものである。具体的には、図3、図6又は図9の復元処理ステップS307、S608又はS907の後に、他の画像処理を追加する。この追加する画像処理（以下、後処理という）としては、 γ 補正や色補正等が好適である。以下に、この理由を説明する。

【0109】第1乃至第3の実施の形態では、情報処理装置200は、受信した画像情報を線形の画像情報に変換する。この変換によって、前述のように、復元効果を高めることができる。しかし、一方で、この変換によって、画像取込部210による変換処理によって適正化された画像が、撮像装置100において撮像した状態の画像に近い状態に戻る。すなわち、情報処理装置200において変換された画像情報は、 γ 補正や色補正がなされていない状態の画像と等価である。そのため、この画像情報に係る画像は、全体として、非常に暗い印象を与える。また、この画像情報に係る画像は、撮像装置100の特性を補正していない状態の画像であるため、色調や輝度分布等が適正化されていない。

【0110】そこで、復元処理の後に、後処理を実行することにより、この問題を解決することが好ましい。この後処理は、画像取込部210における処理と同様の処理とすること、換言すると、情報処理装置200における変換処理（ステップS305、S606、S905）の逆変換に相当する処理とすることが好ましい。また、この後処理は、劣化関連情報（特に、撮影条件）を取得し、この撮像情報に基づいて最適化することが好ましい。また、この後処理は、出力部240の特性情報をも考慮して最適化することが好ましい。

【0111】更に、この後処理の内容は、劣化関連情報（特に、劣化パラメータ）に基づいて劣化の度合や種類（例えば、ブレやボケ）を推定して、これらに応じて適応的に変更することが好ましい。例えば、劣化関連情報に基づいて、劣化の度合が大きいと判断される場合には、重畳される雑音が多い可能性が高いため、例えば、バンドパスフィルタによる雑音除去処理を後処理として付加することなどが好適である。一方、劣化の度合が小さいと判断される場合は、重畳される雑音が少ない可能性が高いため、エッジ強調処理等を後処理として付加し、一層の高画質化を図ることなどが好ましい。

【0112】[他の実施の形態]なお、本発明は、複数の機器から構成されるシステムに適用しても、一つの機器からなる装置に適用してもよい。

【0113】また、上記の実施の形態に係る装置又は方法を構成する構成要素の全体のうち一部の構成要素で構成される装置又は方法も、本件出願に係る発明者が意図した発明である。

【0114】また、上記の実施の形態に係る装置の機能

は、プログラムコードを記録した記憶媒体をシステム或いは装置に固定的又は一時的に組み込み、そのシステム或いは装置のコンピュータ（又はCPU若しくはMPU）が該記憶媒体に格納されたプログラムコードを読み出して実行することによっても達成される。ここで、該記憶媒体から読み出されたプログラムコード自体或いは該記憶媒体自体が法上の発明を構成する。

【0115】プログラムコードを供給するための記憶媒体としては、例えば、フロッピディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、CD-R、磁気テープ、不揮発性のメモ리카ード、ROM等が好適であるが、他のデバイスを採用することもできる。

【0116】また、コンピュータが記憶媒体から読み出したプログラムコードを実行することにより本発明の特有の機能が実現される場合のみならず、そのプログラムコードによる指示に基づいて、コンピュータ上で稼働しているOS（オペレーティングシステム）等が実際の処理の一部又は全部を負担する実施の態様も本発明の技術的範囲に属する。

【0117】さらに、記憶媒体から読み出されたプログラムコードが、コンピュータに挿入された機能拡張ボードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備えられたメモリに書込まれた後に、そのプログラムコードの指示に基づいて、その機能拡張ボードや機能拡張ユニットに備えられたCPU等が実際の処理の一部又は全部を負担する実施の態様も本発明の技術的範囲に属する。

【0118】

【発明の効果】本発明によれば、劣化画像から高品位の復元画像を得ることができる。

【0119】

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る画像処理システムの概略構成を示す図である。

【図2】図1に示す画像取込部の動作の流れを示すフローチャートである。

【図3】図1に示す情報処理装置の動作の流れを示すフローチャートである。

【図4】本発明の第2の実施の形態に係る画像処理システムの概略構成を示す図である。

【図5】図4に示す画像取込部の動作の流れを示すフローチャートである。

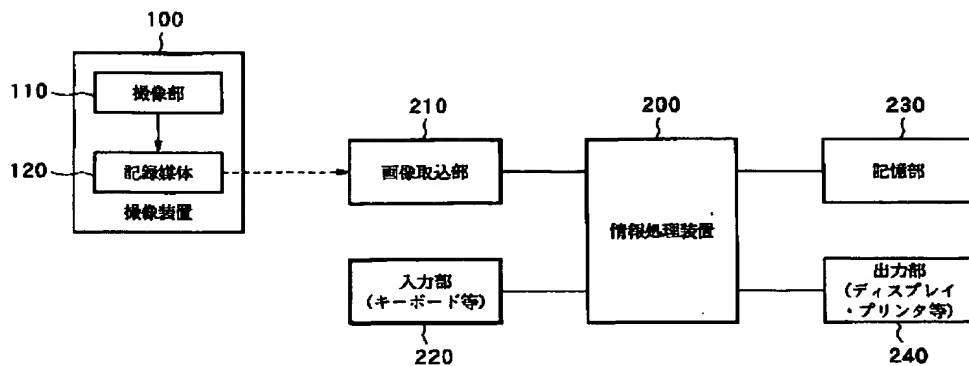
【図6】図4に示す情報処理装置の動作の流れを示すフローチャートである。

【図7】本発明の第3の実施の形態に係る画像処理システムの概略構成を示す図である。

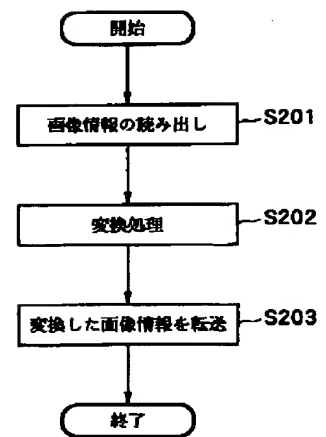
【図8】図7に示す画像取込部の動作を示すフローチャートである。

【図9】図7に示す情報処理装置の動作の流れを示すフローチャートである。

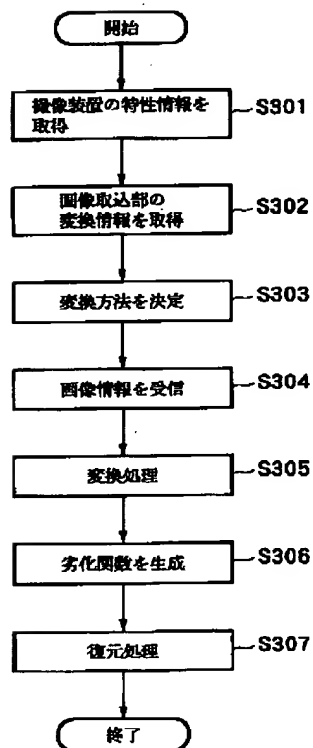
【図1】



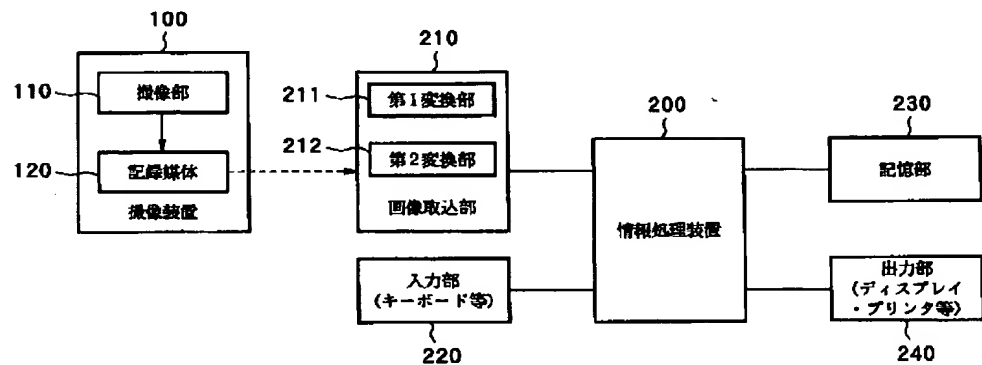
【図2】



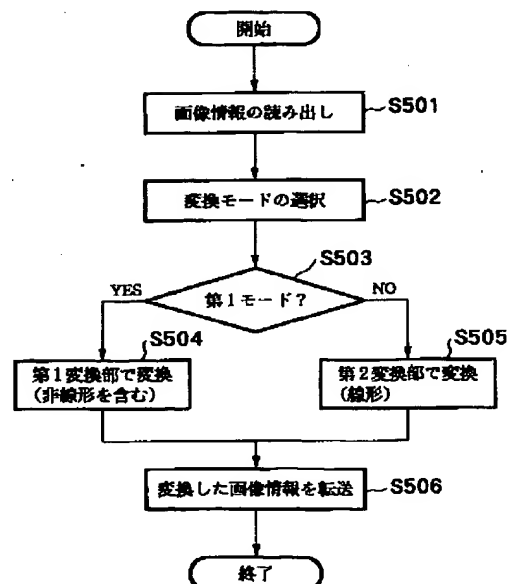
【図3】



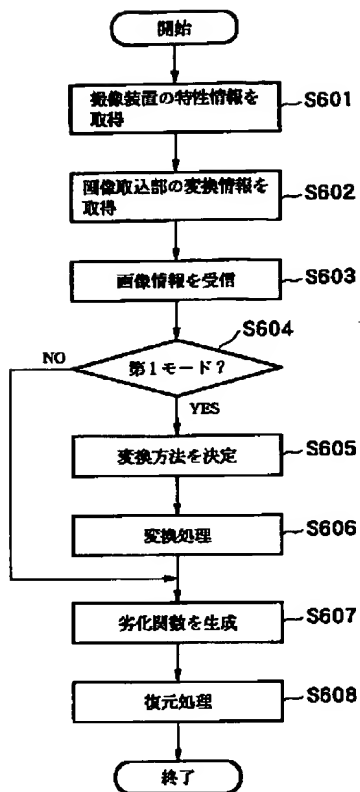
【図4】



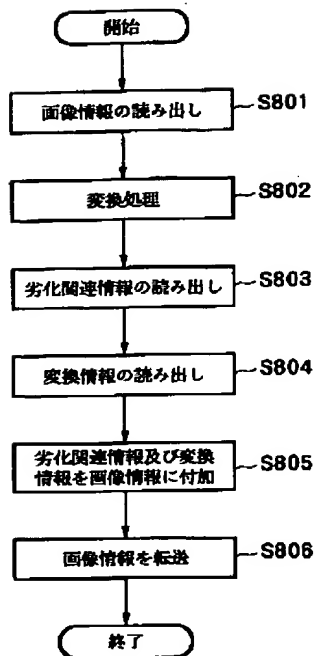
【図5】



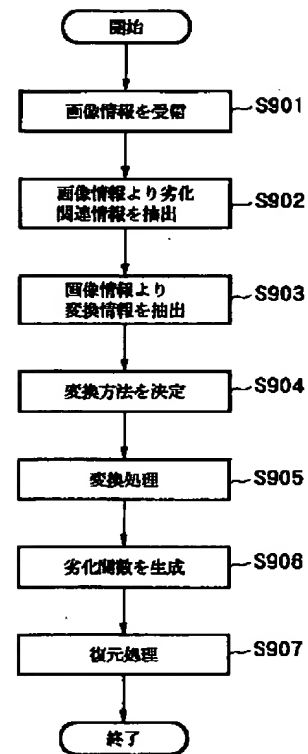
【図6】



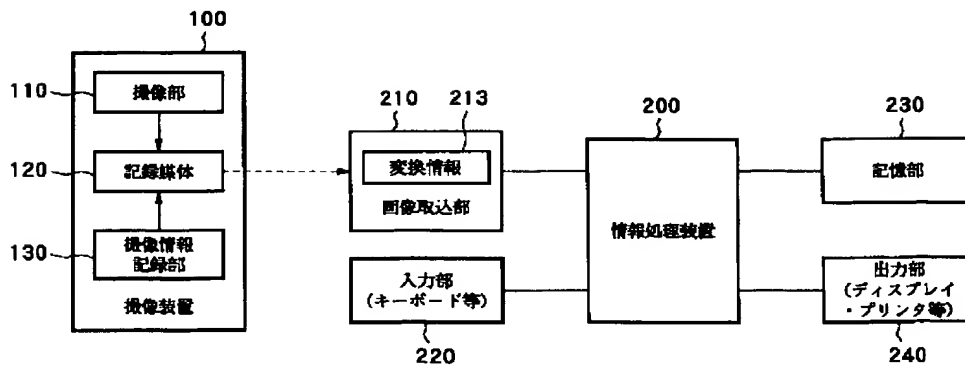
【図8】



【図9】



【図7】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.